

STEPPED INLET OPTICAL PANEL**Publication number:** JP2003508800 (T)**Publication date:** 2003-03-04**Inventor(s):****Applicant(s):****Classification:**

- international: G03B21/62; G02B6/04; G02B6/08; G02F1/1335; G09F9/30; H01J29/89; G03B21/62; G02B6/04; G02B6/06; G02F1/13; G09F9/30; H01J29/89; (IPC1-7): G03B21/62; G02B6/04; G09F9/30

- European: G02B6/08; H01J29/89B

Application number: JP20010520131T 20000830**Priority number(s):** US19990388087 19990901; WO2000US23712 20000830**Also published as:**

WO0116629 (A1)

US6317545 (B1)

MXPA02002221 (A)

EP1218779 (A1)

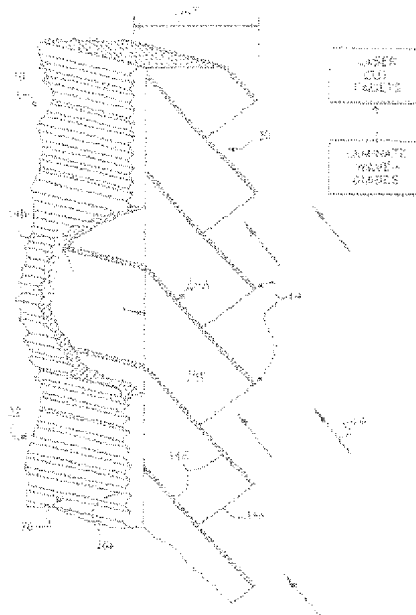
EP1218779 (A4)

more >>

Abstract not available for JP 2003508800 (T)

Abstract of corresponding document: WO 0116629 (A1)

An optical panel (10) includes stacked optical waveguides (14) having stepped inlet facets (14a) collectively defining an inlet face (20) for receiving image light (16), and having beveled outlet faces (14b) collectively defining a display screen (22) for displaying the image light channeled through the waveguides by internal reflection.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号
特表2003-508800
(P2003-508800A)

(43) 公表日 平成15年3月4日 (2003.3.4)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターム(参考)
G 0 3 B 21/62		G 0 3 B 21/62	2 H 0 2 1
G 0 2 B 6/04		G 0 2 B 6/04	F 2 H 0 4 6
G 0 9 F 9/30	3 6 1	G 0 9 F 9/30	3 6 1 5 C 0 9 4

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 18 頁)

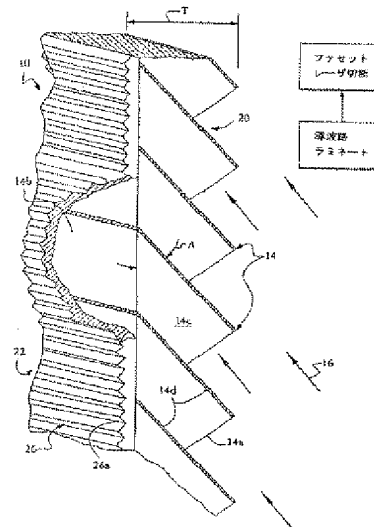
(21) 出願番号 特願2001-520131(P2001-520131)
(86) (22) 出願日 平成12年8月30日 (2000.8.30)
(85) 翻訳文提出日 平成14年3月1日 (2002.3.1)
(86) 国際出願番号 PCT/US00/23712
(87) 国際公開番号 WO01/016629
(87) 国際公開日 平成13年3月8日 (2001.3.8)
(31) 優先権主張番号 09/388, 087
(32) 優先日 平成11年9月1日 (1999.9.1)
(33) 優先権主張国 米国 (US)
(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), AU, BR, CA, CN, IL, IN, JP, KP, KR, MX, NZ, RU, SG

(71) 出願人 ブルックヘイブン サイエンス アソシエイツ
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 11973
アプトン ビルディング 460 ブルックヘイブン アベニュー 40
(72) 発明者 ベリグダン, ジェームス ティー
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 11949
マナビル ステファニー レーン 6
(74) 代理人 弁理士 倉橋 暁
Fターム(参考) 2H021 BA21 BA32
2H046 AD13 AD16
5C094 AA15 BA16 BA43 CA19 DA12
ED01 FA02 FA04 HA08

(54) 【発明の名称】 段状入口光学パネル

(57) 【要約】

光学パネル (10) は、積層された光学導波路群 (14) を有する。導波路群 (14) は、画像光 (16) を受容するための入口面 (20) を集散的に画成する段状の入口ファセット群 (14a) と、内部反射によって前記導波路群を通して導かれる画像光を表示するためのディスプレイ画面 (22) を集散的に画成する、斜角を付けられた出口面群 (14b) と、を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の積み重ねられた光学導波路を有し、前記導波路群は、画像光を受容するための入口面を集合的に周成する形状の入口ファセット群と、内部反射によって前記導波路を通して導かれる前記画像光を表示するためのディスプレイ画面を集合的に周成する、斜角を付けられた出口面群と、を有することを特徴とする光学パネル。

【請求項2】 前記導波路群は1つのカラムとして積み重ねられ、前記入口面とディスプレイ画面とは、前記カラムの対向する側面に配置されることを特徴とする請求項1の光学パネル。

【請求項3】 前記導波路群は、前記カラム内で斜めに積み重ねられることを特徴とする請求項2の光学パネル。

【請求項4】 前記入口ファセット群は階段状に配列され、実質的に互いに平行に配置されることを特徴とする請求項3の光学パネル。

【請求項5】 前記入口ファセット群は、その中への前記画像光の受容を最大化するように、実質的に前記導波路群に対して垂直であることを特徴とする請求項4の光学パネル。

【請求項6】 前記入口ファセット群の少なくともいくつかは、前記導波路群に沿って互いにずれていることを特徴とする請求項4の光学パネル。

【請求項7】 前記導波路群のうち1つの導波路の入口ファセットは、前記導波路群のうち隣接する1つの導波路の出口面とオーバーラップしていることを特徴とする請求項4の光学パネル。

【請求項8】 前記導波路群のうち1つの導波路の入口ファセットは、前記導波路群のうち隣接する1つの導波路の出口面で終わることを特徴とする請求項4の光学パネル。

【請求項9】 前記導波路群は、同一平面の入口ファセット群を有する複数のグループとして配列され、入口ファセットはグループ間で段状をなしていることを特徴とする請求項4の光学パネル。

【請求項10】 前記入口ファセット群は、光学磨きされることを特徴とする請求項4の光学パネル。

【請求項11】 ガラスの導波路群をレーザ切断して該導波路群の前記磨かれた入口ファセット群を得ること、及び

前記導波路群を互いに積層して前記入口面及びディスプレイ画面を形成すること

を含むことを特徴とする請求項10の光学パネルの製造方法。

【請求項12】 前記導波路群は、入口ファセットから出口面までの共通の長さを持つことを特徴とする請求項4の光学パネル。

【請求項13】 前記ディスプレイ画面は更に、前記出口面群に隣接する、実質的に前記出口面群に対して垂直に前記画像光を再指向させるための手段を有することを特徴とする請求項4の光学パネル。

【請求項14】 前記光再指向手段は、フレネルプリズム状溝群を有することを特徴とする請求項13の光学パネル。

【請求項15】 更に、前記画像光を前記入口面をわたって投影し、前記画面上で表示するために前記導波路群を通して伝達するように、前記入口面と光学的に整列されたプロジェクタを有することを特徴とする請求項4の光学パネル。

【請求項16】 前記導波路群は、入口ファセットから出口面までの共通の長さを持ち、又

前記プロジェクタは、単一の焦点面を有する副像光学系を有することを特徴とする請求項15の光学パネル。

【請求項17】 前記導波路群は、前記パネルの幅方向に沿って連続的に延在し、前記パネルの高さ方向に沿って積み重ねられた層状体群を有することを特徴とする請求項4の光学パネル。

【請求項18】 各導波路は更に、クラッドの間にフミネートされた光学的に伝達可能なコアを有することを特徴とする請求項17の光学パネル。

【請求項19】 前記クラッドは黒色であることを特徴とする請求項18の光学パネル。

【請求項20】 1つのカラムとして斜めに積み重ねられた複数の層状光学導波路であって、前記カラムの側面において画像光を受容するための入口面を集合的に周成する形状の入口ファセット群と、前記カラムの反対側面において内

部反射により前記導波路を通して導かれた前記画像光を表示するためのディスプレイ画面を集合的に周成する、斜角を付けられた出口面群と、を有する導波路群と、

前記画像光を前記入口面をわたって投影し、前記画面上で表示するために前記導波路群を通して伝達するように、前記入口面と光学的に整列されたプロジェクタと、

を有することを特徴とする光学パネル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、米国エネルギー省が提供する契約番号DE-AC02-98CH10886の下における政府依頼によりなされた。米国政府は本発明に一定の権利を有する。

【0002】

発明の背景

本発明は、一般には、ファイバeropticsに関連し、より詳細には、ビデオディスプレイパネルに関するものである。

【0003】

本発明は、同一発明者による米国特許第5,381,502号及び第5,625,736号の改良である。

【0004】

これらの特許は、光学ディスプレイパネルを開示している。この光学パネルは、その底部に沿った狭い（細い）入口面を有する楔形を周成する、積層された導波路群と、この導波路群に対して斜めに設けられた垂直（縦直）の出口面と、を有している。導波路群は、内部全反射によって画像光を伝達するために、入口面と画面との間の小さな鋭角をもって傾斜している。

【0005】

この光学パネルは、その高さ及び幅と比較して極めて奥行き薄く、画面において拡大するために小さい入口面をわたって画像光を分配するように、適当な投影光学系を必要とする。導波路は、好ましくは、パネルの全幅にわたり延在する帯状体であり、又積み重ねられた導波路群の数と同数に相当する適当な画面の垂直解像度をもたらすために、パネルの高さ方向に沿って互いに垂直方向に積み重ねられる。水平解像度は入口面を横切る画像光の水平方向の変調によりもたらされる。

【0006】

この楔形構造では、導波路は種々の長さを有し、画面の底部において最も短く、又画面の頂部において最も長い。この方法では、それぞれの導波路の個々の入

口端部は、画面の底部において同一平面に配置することができ、狭い入口面を構成する。

【0007】

従って、入口面をわたって画像光を広げるために用いられるプロジェクタは、適当なレンズ系、又は画面の幅方向及び高さ方向にわたり異なる焦点面群を有する画像光学系を必要とする。更に、導波路群を通した光伝達の効率是完全ではないため、光損失の損失は、画面の底部から頂部への導波路の長さと共に増加する。このような損失は、より高品質の導波路を用いることによって最小化することができるが、コストの増大を伴う。

【0008】

楔形光学ディスプレイは比較的薄く作製することができるが、相当する重さを伴って、幅及び高さにおいて比較的大きく作製することができる。そして、長さの異なる導波路群は、製造の複雑さ及びコストを増大させ、又画像の水平方向及び垂直方向のフォーカシング（焦点合わせ）のために、異なる焦点面群を有する比較的複雑で高価な光プロジェクタを必要とする。

【0009】

従って、パフォーマンス（性能）の向上と共に重さ及びコストを低減するために、光学パネルの厚み及び複雑さを更に低減することが望まれる。

【0010】

説明の要約

光学パネルは、積み重ねられた光学導波路群を有する。前記導波路群は、画像光を受容するための入口面を集合的に画成する段状の入口ファセット群と、内部反射によって前記導波路群を通して導かれる画像光を表示するためのディスプレイ画面を集合的に画成する、斜角を付けられた出口面群と、を有する。

【0011】

発明の詳細な説明

本発明を、好ましい典型的な実施例に従って、その更なる目的及び利点と共に、以下の詳細な説明において添付の図面を参照してより詳しく説明する。

【0012】

図1及び図2は、本発明の典型的な実施例による光学ディスプレイパネル10を、大體ビデオディスプレイの形態において示す。この典型的な実施例において、パネルは垂直方向（縦型）に装設されており、対応するハウジング又はキャビネット12内に適当に支持されている。

【0013】

このパネルは、適当な光プロジェクタ18からの画像光16を受容する、複数の積み重ねられた光学導波路14を有し、この光を、例えばビデオ画像（イメージ）16aとして表示するために、内部全反射によって導波路群14を通して伝達（透過）する。

【0014】

図3に、このパネルの拡大部分をより詳しく示す。導波路は、それぞれの後端部に、全体として画像光16を受容するための入口面20を画成する、段状の入口ファセット（下面、切手面）14aを有する。導波路はまた、それぞれの反対側の前端部に、全体として内部全反射によって導波路を通して導かれる画像光を表示するためのディスプレイ画面22を画成する、斜めに切られた出口面14bを有する。

【0015】

各導波路14は、クラッド14dの間にラミネート（積層）された光学的に伝達（透過）可能なコア14cを有する。コアは、第1の屈折率を有し、光学プラスチック又はガラスで形成することができる。クラッド層14dは、コアの屈折率よりも低い第2の屈折率を有し、画像光がコアを通して伝達される際に、実質的に画像光の内部全反射を可能とする。クラッドは、例えば、適当なガラス、プラスチック、又はエポキシであってよい。クラッドは、照明されていないときに黒色面画を提供するために、黒色とされることが好ましい。

【0016】

図1及び図3に示されるように、導波路14は、好ましくは、光学パネルの縦方向に沿って連続的に延在する薄い帯状体又はシートの形態であり、又パネルの垂直方向全長（スパン）又は高さH方向に沿って積み重ねられる。このように、ディスプレイ画面22は、導波路群の幅及びその全集合量によって規定され

る、任意の適当なアスペクト比を有する外観形態である。図3に示されるように、導波路の出口面14bは、好ましくは実質的に平坦なディスプレイ画面を画成するように同一平面とされ、或いは凹状又は凸状の画面を画成するように弓形（アーチ形）であってもよい。

【0017】

図2及び図3に示されるように、導波路群14は1つの垂直（縦型）コラム（柱形体）として積み重ねられ、入口面20及びディスプレイ画面22は、そのコラムの対向する側面にそれぞれ配置される。個々の導波路14は、好ましくは、この垂直コラム中で、鋭い勾配或いは斜角Aをもって斜めに積み重ねられる。斜角Aは、任意の適当な値であってよいが、光学パネルの入口面20と、これに対向するディスプレイ画面22との間の集合厚さを最小化するために、好ましくは、約45°より小さい。

【0018】

図3に示される好ましい実施例において、入口ファセット群14aは、コラムの高さ方向に沿って階段状に配列され、実質的に互いに平行に配置される。又、入口ファセット群は、軸上（on-axis）受光及び導波路内を伝達されるプロジェクタからの画像光16の入射効率を最大化するために、導波路群の傾斜、即ち、クラッドに対して実質的に直角或いは垂直であることが好ましい。

【0019】

光は各導波路を通してその長手軸に沿って入口ファセットと出口面との間を伝わるため、受光の最大効率は、入口ファセットからの総をはずれた反射を低減するように、垂直の入口ファセット14aで得られる。入口ファセット群14aのこの垂直向きは、個々の導波路内にも効率的に光を受容するのであれば、プラスチック又はマイナスイオン強度変更することができる。

【0020】

個々の導波路内への受光効率を更に向上するために、入口ファセット群14aは、好ましくは光学磨きされる。光学磨きは、プラスチックコア又はガラスコア14cで異なるように成し得る。所望により、入口面群14aは、光結合（カップリング）効率を向上するために、適当な反射防止コーティング（被膜）を有し

ていてよい。

【0021】

光学パネルを作製する好ましい方法を、図3に模式的に示す。この方法において、個々の導波路は、例えば、約0.5mmの厚さを有するガラスの薄いシートで形成される。導波路のコアを形成しているガラスシート（板ガラス）は、好ましくは所定サイズにレーザ切斷（カット）される。そして、ガラスシートは、レーザ切斷によって光学磨きされた入口ファセット14aをもたらし、対応する端部を有する。

【0022】

そのように切斷されたガラスシートは、次いで、クラッド14dを形成する適当な接着剤を用いて互いにラミネートすることができ、それぞれの導波路は、略同一平面の段状の入口面20及び略同一平面のディスプレイ画面22を画成するように配列される。

【0023】

ガラスのレーザ切斷は一時的であるが、光学ディスプレイパネルを形成するのに用いられる薄いガラスシートをレーザ切斷することで、光学磨きされた入口端部が本質的にもたらされることは、ここで発見された。段状の入口面20を考慮すると、代わりに要求される個々の導波路を磨く（可能であるとして）ことでの光学磨き仕上げは実用的ではない。ガラスシートの適当なサイズへのレーザ切斷は、同時に、磨かれた好ましい入口ファセット群を、追加の磨き仕上げ及びそれに付随するコストの必要なく形成する。

【0024】

薄いガラスコアのための光学磨きされた入口ファセット14aは、例えば、エリーサイエンティフィック社（Erie Scientific Corp.）（ボーツマス、ニューハンプシャー）から、同社のレーザ切斷サービスを利用することで得られる。

【0025】

図3に示される好ましい実施例において、少なくともいくつか、好ましくは全ての入口ファセット14aは、導波路14に沿って互いにずれて（オフセットして）おり、パネルの反対側面におけるディスプレイ画面22に対して略平行に

広がる波配置（ジグザグ配列）の、即ち、段状の入口面20を形成する。

【0026】

個々の導波路14は互いに同一であってよく、又入口ファセット14aから出口面14bまでの共通の長さを有してよい。従って、パネルの厚さTは、導波路群のこの共通の長さ、傾斜及び斜角Aによって支配される。

【0027】

このように、個々の導波路は、それを通して画像光を増くために実用的であるように短く作製することができ、そして、強明の背景の側で明らかにしたオリジナルの複形光学パネルにおいて用いられているように、画面の底部における共通の入口面まで伸長させる必要はない。従って、図3に示される段状の入口の光学パネルは、オリジナルの複形光学パネルと比較して実質的に厚さを低減させる。これにより、実質的にパネルの重さを低減させ、又、プロジェクタとの関連において、パフォーマンスを高める一方複雑さを低減することに対する付加的な利点を有する。

【0028】

図3に示される好ましい実施例において、各導波路の入口ファセット14aは、好ましくは、パネルの全長（スパン）或いは高さに沿って垂直方向に、すぐ隣に近接する導波路の1つの出口面14bのみにオーバーラップする。従って、パネルの全厚さは、複形光学パネルと比較して実質的に低減することができる。

【0029】

図2に示されるように、プロジェクタ18は、キャビネット12内に適当に装備され、入口面20をわたって画像光16を投影し、画面22上で表示するために個々の導波路14を通して伝達するように、入口面20と光学的に整列される。プロジェクタ18は、図2に模式的に示されており、典型的な実施例においては、画像光16を生成するための適当な光源18aを有する。この光源は、例えば、白熱電球、スライドプロジェクタ、ビデオプロジェクタ、又はレーザーであってよい。

【0030】

又、プロジェクタは、画像光を強調して所望の光像を形成するための適当な光

変調器18bを有する。この変調器は、ビデオ画像を生成するために選択的に光を遮断（若しくは反射）又は透過する変調器のマトリックスを有する、一般的な液晶ディスプレイ（LCD）であってよい。

【0031】

そして、プロジェクタは更に、導波路群を通して伝達して画面22上で画像を表示するように、入口面20を越えてパネルの幅方向に沿って水平に、及び、パネルの高さ方向に沿って垂直に画像光を分配或いは広げるための、適当なレンズ系又は画像光学系18cを有する。所望により、キャビネットの奥行きを最小としたコンパクトな組み立て品をもたらすように、図2に示すように、プロジェクタからの画像光を再指向させるために、折り返ミラー群24をキャビネット12内で用いることができる。

【0032】

図2に示される段状の光学パネルの特別な利点は、画面に沿って画像を水平方向及び垂直方向にフォーカシング（焦点合わせ）するために必要とされる画像光学系18cの複雑さを実質的に低減することである。個々の導波路14は、好ましくは、実質的に入口面20によって規定される共通平面内に配置される入口ファセット群14aを伴い共通の長さを有している。このため、画像光は、垂直方向及び水平方向の両方で、従来の複形光学パネルでは必要であった両方向の遊もなく、入口面に沿って共通して焦点合わせすることができる。

【0033】

複形パネルは、水平方向及び垂直方向の焦点合わせのために、2つの異なる焦点面を必要とし、画像光学系の複雑さが付随する。段状の光学パネルは、水平方向及び垂直方向の両方の焦点合わせのために単一の焦点面を有すればよく、画像光学系18cの複雑さを低減が伴う。画像光学系18cはまた、水平方向及び垂直方向の両方の全入口面20にわたる、可変焦点面を有していてもよい。

【0034】

更に、導波路群は、好ましくは共通の長さを有しているので、その共通の長さにより、光は強度の差又は損失を伴うことなく導波路を通して導かれる。従って、導波路のコア群14cは、その品質に関係なく低価格光学材料で形成すること

ができ、なお最大強度（明度）及び輝度を有する高解像度画像、コントラストの向上を達成することができる。黒色クラッドは、照明されていない画素（ピクセル）におけるコントラストを増大させる。

【0035】

図3に示される導波路群14は、その斜めに切られた出口面14bに対して傾斜しているため、導波路を通して導かれる画像光は、導波路の伝播軸に沿って、又ディスプレイ画面22に対して斜めに放射される。ディスプレイ画面22は、そこで画像光を散乱させるために、つや消し（ワラスト）することができるが、図3に示される好ましい実施例では、好ましくは、ディスプレイ画面22は更に、出口面群14bに隣接する、傾斜された出口面群14bに対して実質的に垂直方向に、導波路群からの画像光を再指向させるための適当な手段を有する。

【0036】

この転向（ターニング）手段は、3M社（3M Company）（セントポール ミネソタ）から商品名TRANSLIとして市販されている、透過型直角フィルム（Transmissive Right Angle Film: TRANP）の形態の転向フィルム26であってよい。このようなフィルムは、図3に示すように、導波路群から放射された画像光の向きを変え、ディスプレイ画面22に對面する視聴者（観察者）による正面からの受容のために、実質的に出口面群14bに対して垂直に出口面群14bから放射させる、フレネルプリズム状層群26aを有する。

【0037】

転向フィルム26は比較的薄く、導波路の出口面群に接着により結合させることができる。好ましい実施例において、導波路群14、転向フィルム26、及びその接合部は、同じ屈折率を有する。これにより、画像光は効率的に導波路群を通して導かれ、又その有意の強度損失を伴うことなく、視聴のためにフィルムを通して向きが変えられる。

【0038】

図4は、光学パネルの別の実施例を示す。ここでは、各導波路の入口ファセット14aは、すぐ隣に近接する導波路の出口面14bにおいて、オーバーラップすることなく終わっている。従って、この導波路14は断面三角形形状であり、厚

さは最小である。個々の導波路は、それらの出口面に設けられる共通の転向フィルム26に対して固く接合することによって、互いに適当に整列することができる。

【0039】

図5は、光学パネルの他の実施例を示す。ここでは、導波路群14は、同一平面の入口ファセット群14aを有する複数の或いは多数のグループとして配列され、入口ファセットはグループからグループへと段状となっている。図示される典型的な実施例では、それぞれの導波路14の入口ファセット14aが1段中で同一平面となるように4つの導波路14が異なる長さを有し、この同一平面は、すぐ隣に近接する導波路グループの入口ファセット群14aの同一平面からずれている。この実施例では、図3及び4に示される実施例と比較してより大きい厚さを要するが、導波路グループ間の黒色クラッド14dがオーバーラップし、見目の黒さ、及び同一平面の出口面群14bから観察されるコントラストを増大する。

【0040】

以上、いくつかの実施例において図示した段状入口面ディスプレイパネルは、向上したパフォーマンスと共に、更なる構造的薄さ享受する。光学ディスプレイ及びそのプロジェクタの総重量の実質的な低減が得られる。画像光学系は、その重さ及びコストを更に低減するように、実質的に単純化することができる。又、段状の入口ファセット群14aは、それと隣接する光プロジェクタとの効率のよい結合（カップリング）のために、キャビネット内で下向き若しくは垂直方向、又はその両方に向けることができる。

【0041】

ここでは、好ましくは、典型的であると考えられる本発明の実施例について説明したが、本明細書の教示から、本発明の他の変型が当業者には自明である。従って、添付の特許請求の範囲が、本発明の真の精神及び範囲内にあるそのような全ての変型を確保することを望む。

【0042】

よって、添付の特許請求の範囲において規定及び区別される発明が米国特許状

によって確保されることを望む。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は、本発明の典型的な実施例に従う筐体の光学ディスプレイパネルの等角図である。

【図2】

図2は、図1に示すパネルの2-2線に沿う立面断面図である。

【図3】

図3は、図2に示すパネルにおける符号3の破線内の一大部分の、端部部分断面拡大立面図である。

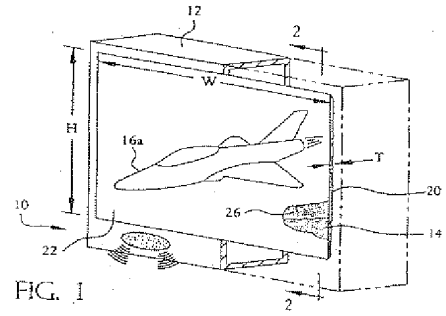
【図4】

図4は、本発明の他の実施例に従う光学パネルの一大部分の拡大立面図である。

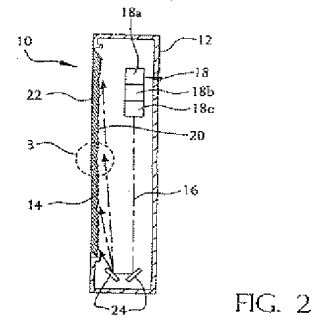
【図5】

図5は、本発明の他の実施例に従う光学パネルの一大部分の拡大立面図である。

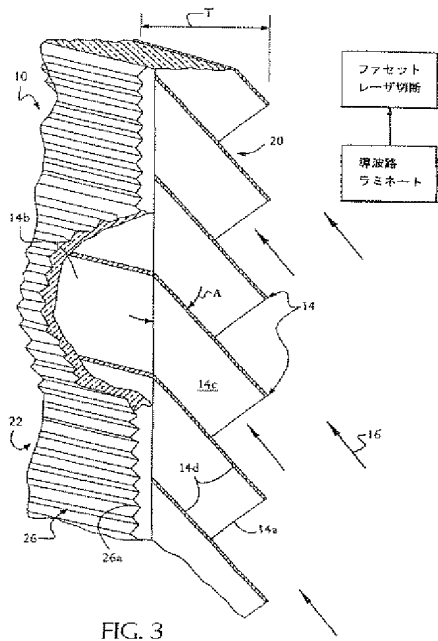
【図1】



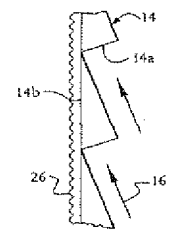
【図2】



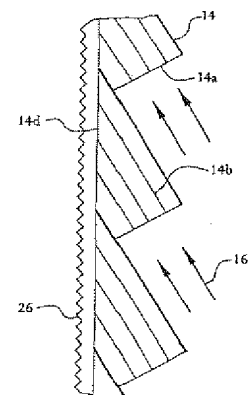
【図3】



【図4】



【図5】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/ISA00/23712
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(7) : G02B 6/04 US CL : 385/120,121,115,116,901,36 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 385/120,121,115,116,901,36 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4,090,104 A (Vann et al) 16 May 1978, (16/05/78) see Figures 6-8, column 3.	1-6,8-12,15-18,20
X	US 4,929,048 A (Cuyper) 29 May 1990, (29/05/90) see Figure 1	7
X	US 5,587,816 A (Gutjima et al) 24 December 1996, (24/12/96) see Figure 2	13-14
X	US 5,106,181 A (Rockwell, III) 21 April 1992, (21/04/92) see Figure 5, col. 6, line 8	19
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier document published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 26 OCTOBER 2000		Date of mailing of the international search report 16 NOV 2000
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-1236		Authorized officer EUNCHA CHERRY Telephone No. (703) 305-0997